



# Et si on montait notre centrale photovoltaïque collective ?...

dans le Parc naturel de Chevreuse



Venez vous informer :

## Mercredi 19 Juin

de 19H30 à 21h30 au Perray-en-Yvelines

Les Granges du Parc Municipal, allée des Tilleuls Argentés

Entrée libre sur inscription : [photovoltaïque@parc-naturel-chevreuse.fr](mailto:photovoltaïque@parc-naturel-chevreuse.fr) ou au 01 30 52 09 09.

ENERCITY



ÉNERGIE  
PARTAGÉE

AlecSoy

iledeFrance

Le Perray  
EN YVELINES



# Au programme !

# Partie 1 : Les aspect techniques du projet



- Quels panneaux choisir ?
  - Les technologies de cellules solaires photovoltaïques
  - Les techniques de fabrication des panneaux photovoltaïques
  - La puissance et le rendement des modules
- Recyclage et impacts de la fabrication
- Les supports pour une installation photovoltaïque
  - Les différents types d'intégration aux bâtis
  - Les exigences réglementaires et administratives
- Installer des panneaux solaires photovoltaïques (vente ou autoconsommation)
- Choisir des professionnels certifiés
- Comment ça marche une centrale ?



## Partie 2 : Les modèles économiques du projet

- Retour d'expérience d' EnerCitY78 : Présentation du modèle économique du projet à la Verrière
- Les grands postes de dépenses
  - Les coûts d'investissement dont études
  - Travaux d'étanchéité, renforcement de la charpente
  - Achats de fournitures
  - Installation
  - Raccordement
  - Maintenance
  - Entretien
  - Assurance
  - Taxe
- La répartition des valeurs économiques
- La collecte locale
  - Plateforme de financement participatif
  - Adopte un panneau....

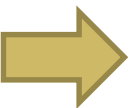
## Partie 3 : Ateliers de motivations

- Déjà de futurs projets !
- Ateliers des motivations
- Débat mouvant



# Partie 1

Les aspect techniques du projet



# Les sources

- Thèse : Investigation du silicium de qualité solaire pour la fabrication de cellules photovoltaïques – Thomas Schutz-Kuchly – HAL - Aix Marseille Université – Octobre 2011
- Systèmes photovoltaïques : fabrication et impact environnemental – Cécile Miquel et Bruno Gaidson – Hespul Juillet 2009
- <https://www.photovoltaique.info/fr/>



# Les technologies de cellules solaires photovoltaïques






## SILICIUM CRISTALLIN

- **91%** des parts du marché en 2015 , dont **56% de polycristallins** (robustesse et performance).
- Rendement de **12% à 20%**.
- Durée de vie de **30 ans**.

## COUCHES MINCES

- **9%** des parts du marché en 2015, dont 4% de CdTe ; 1,6% de a-Si et 3,5% de Ci(G)S.
- Rendement de **7% à 13%** .

## ORGANIQUE OPV

- Recherche en laboratoire.
  - Rendement de **3% à 5%**.
- 

# SILICIUM CRISTALLIN



## Silicium monocristallin

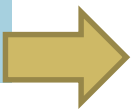
sc-Si ou mono-Si

- Issu d'un bloc unique de silicium.
- Rendement **entre 17% et 24%**.
- Très performant.
- Couleur uniforme gris-noir métallique.

## Silicium multicristallin

mc-Si ou poly-Si

- Issu de plusieurs petits cristaux de silicium.
- Rendement **entre 14% et 18%**
- Couleur non uniforme bleue

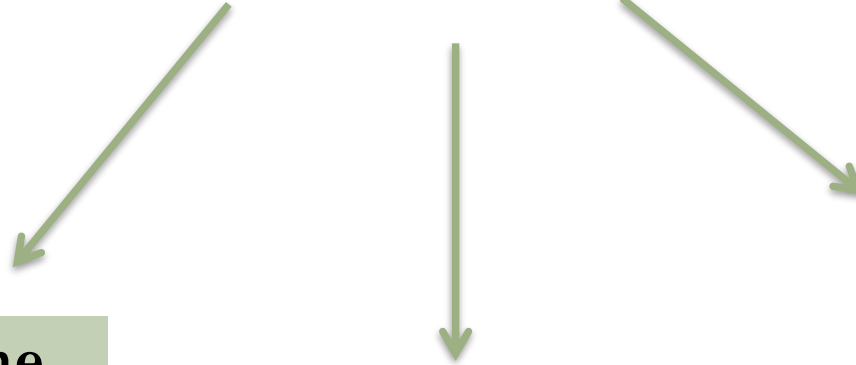


# COUCHES MINCES



## Silicium amorphe hydrogéné et microcristallin

- Issu d'un silicium en phase gazeuse (moins de transformation et de matériaux).
- Rendement **entre 6% et 8%**.
- Absorption efficace.
- Panneaux souples (moquette).



## Tellurure de Cadmium

CdTe

- Rendement entre **7% et 9%**.
- Matière limitée et toxique.



## Cuivre indium sélénium (Gallium)

CIS et CIGS

- Rendement entre **13% et 17%**.
- Matière limitée et non toxique.



# ORGANIQUES OPV



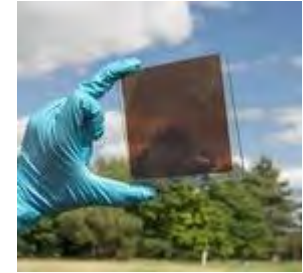
## Cellules à colorant

- Issu d'oxyde de titane, de pigments photosensibles et d'électrolytes.
- Rendement **entre 8% et 12%**
- Couleur : rouge, brun, vert...



## Cellules à polymères

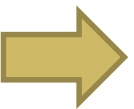
- Issu de petites molécules organiques.
- Rendement **entre 8% et 10%**
- Couleur : selon colorant.
- Durée de vie très limités



## Cellules à pérovskites

- Issu de titane de calcium.
- Rendement **entre 11% et 18%**.
- Encore instable face à la chaleur et l'humidité.
- Echantillon de laboratoire.

# Les techniques de fabrication des panneaux photovoltaïques



Le **Silicium** est le produit d'une réaction chimique à partir de sable ou de quartz, riche en Silice.

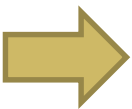
Environ moins de **1 %** de la consommation mondiale de silicium dédiée au solaire.



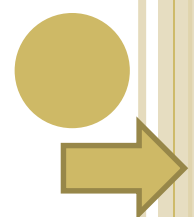
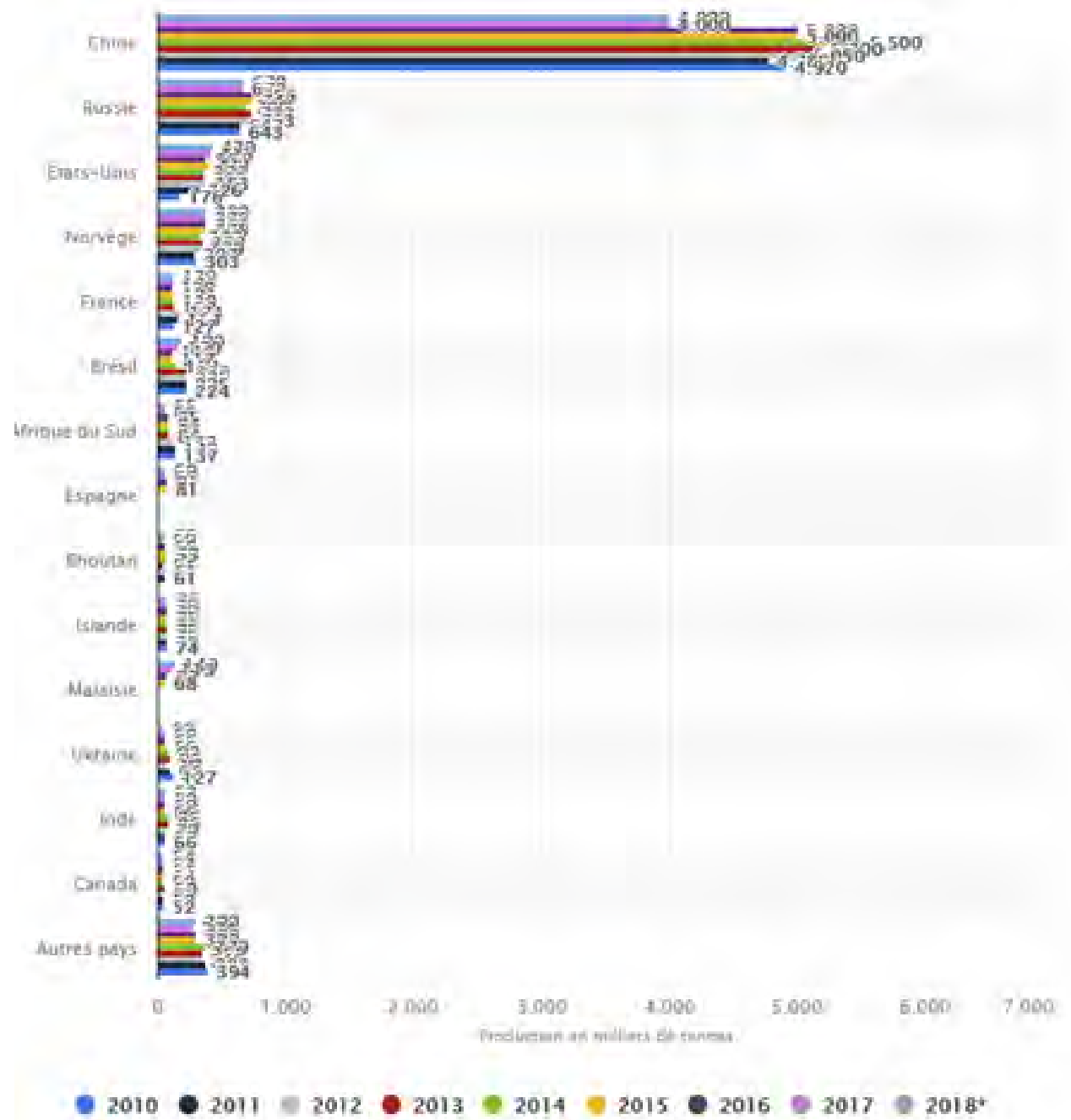
Carrière de Quartz près de Peyrilles, en France

La silice est l'élément le plus répandu dans la croûte terrestre après l'oxygène. Il représente **25%**.

En 2010, l'extraction de silice en France s'élevait à environ **8 millions de tonnes.**



# Les principaux pays producteurs de Silicium de 2010-2018 (en milliers de tonnes)





Répartition de l'énergie primaire : **40%**

**Raffinage**  
Selon la technologie

- **Procédé Siemens** (produits chimiques – poly) ; rejets de produits chlorés
- **Procédé métallurgique** (mono) ; rejet de poussières fines

**Consommables :**  
eau, produits chimiques, abrasif, câble acier.

**Rejet :** silicium, slurry, câble

**Recyclage** en interne du silicium (résidus de découpe) ; Slurry recyclé à 80%

**10 %**

**Cellules**

**Consommables :**  
eau, produits chimiques, Gaz, Polystyrène

**Rejet :** Gaz à effet de serre, solvants organiques,

**20 %**

**Assemblage des modules**

**Matériaux :** cellules, boîte jonction, verre, EVA, Tedlar, Silicone, Aluminium (cadre)

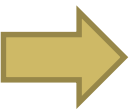
**Consommables :** eau solvant organiques, carton

**Rejet :** cellules PV, EVA, Tedlar (recyclage en interne)

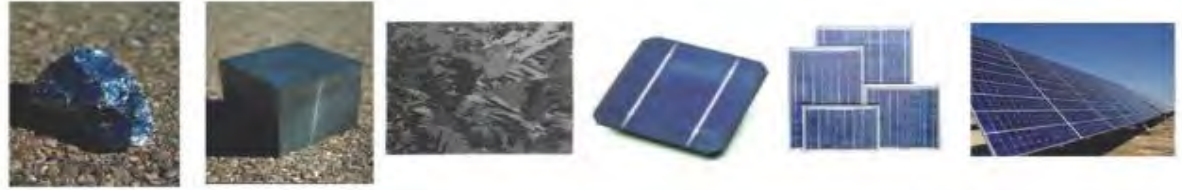




**Plus de détails...**



**Impuretés** : bore, phosphore, fer, chrome, cuivre, nickel, cobalt, carbone



Silicium purifié

Lingot

Wafer

Cellule

Module

Systèmes

Extraction : sables ou quartz



Figure 5 : Four à silic [3].

**Extraction de la Silice par un procédé à base de carbone (pureté : 98%)**

Les quantités d'énergies nécessaires à la production d'une tonne de silicium métallurgique :

- 2500 kg de quartz
- 800 kg de charbon de bois
- 200 kg de coke de pétrole
- 1200 kg de bois
- 90 kg d'électrodes en graphite
- 11 000 kWh

La réaction est énergivore, et la production d'une tonne de silicium métal émet **3,14 t de CO2**

### Procédés métallurgiques

#### Projet français PHOTOSOL

- Réduction des étapes de purification
- Traitement fusion + plasma et canon à électron
- Coût énergétique de l'ordre de **13€/kg**

#### Projet Européen SOLSILC

- En cours d'étude

### 2 procédés chimiques

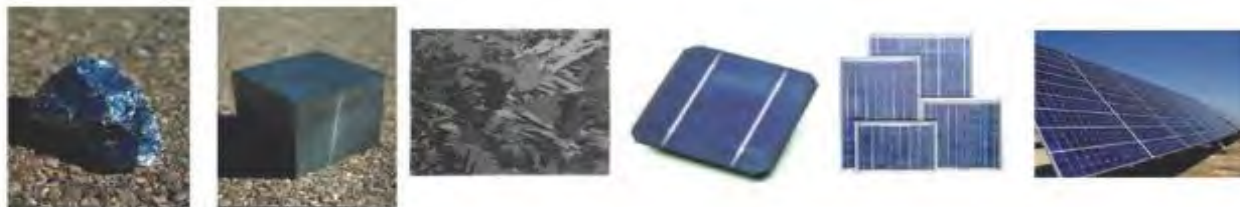
- Gaz chloré : trichlorosilane + hydrogène
- Etape très coûteuse et au coût énergétique de l'ordre de **26 à 31 €/kg**

- Degré de pureté élevé

Ou

- Gaz chloré recyclé : déchet de l'industrie des engrais + aluminium, lithium, sodium
- Faible coût
- Degré de pureté plus bas mais suffisant





- Solidification permet une dernière purification.
- Un lingot = **650 à 800 kg**
- **Grande dépense énergétique**

- Solidification permet une dernière purification.
- Formation de plaquette circulaire
- Réservé au Multicristallin (mono+poly)
- **Faible dépense énergétique**

## Le sciage

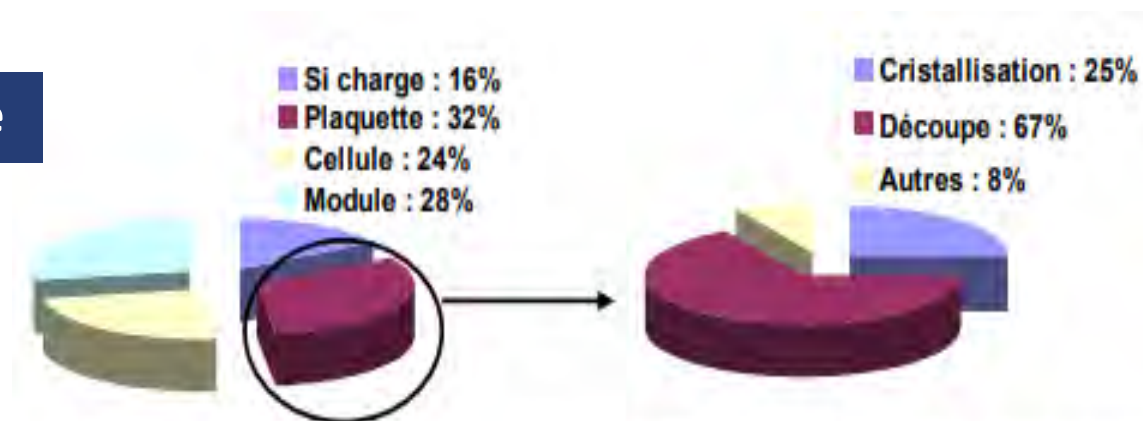


Figure 4 : Répartition des coûts de fabrication d'un module PV (gauche) et d'une plaquette (droite) [1]





Silicium purifié

Lingot

Wafer

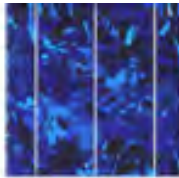
Cellule

Module

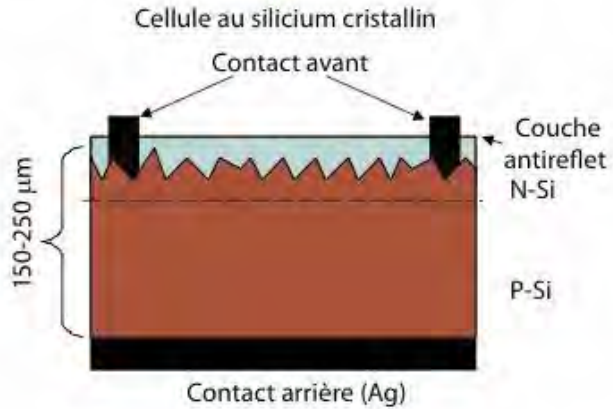
Systèmes



Cellule mono



Cellule multi



Structure d'une cellule au silicium cristallin - Vue en coupe



Le film d'EVA est placé entre le verre (face avant), de Tedlar (face arrière) et de cellules au milieu.

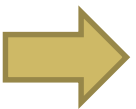
Le module est encadré. Ensuite équipé d'une boîte de jonction permettant son raccordement électrique. Soumis à un test.



Source : EPSIC - D. Schneider



# La puissance et le rendement des modules



# Les points clés pour une installation plus performante :

- L'inclinaison sur le toit : **30° ou écart de plus ou moins 45°**;
- L'orientation au soleil : **sud, sud-est ou sud-ouest** ;
- Le rayonnement solaire ;
- L'influence des **masques** ; et une bonne gestion des ombrages ;
- Le **Coefficient de rendement des panneaux et cellules** : variable selon la technologie ;
- La température des modules : **solution bien ventilée** ;
- La **Performance de l'onduleur** : capacité à restituer l'énergie présentée à son entrée avec un minimum de perte ;
- Le mode d'accroche et les déperditions dans les câblages : **choix de conception.**



## Vieillesse des modules

Perte de courant de court-circuit liée à la décoloration : baisse moyenne de puissance de **0,5%/an**

Retour sur les modules de première génération mise en service en 1992 : **perte de 8,3% de puissance en 20 ans.**



# Cartographie de productible photovoltaïque

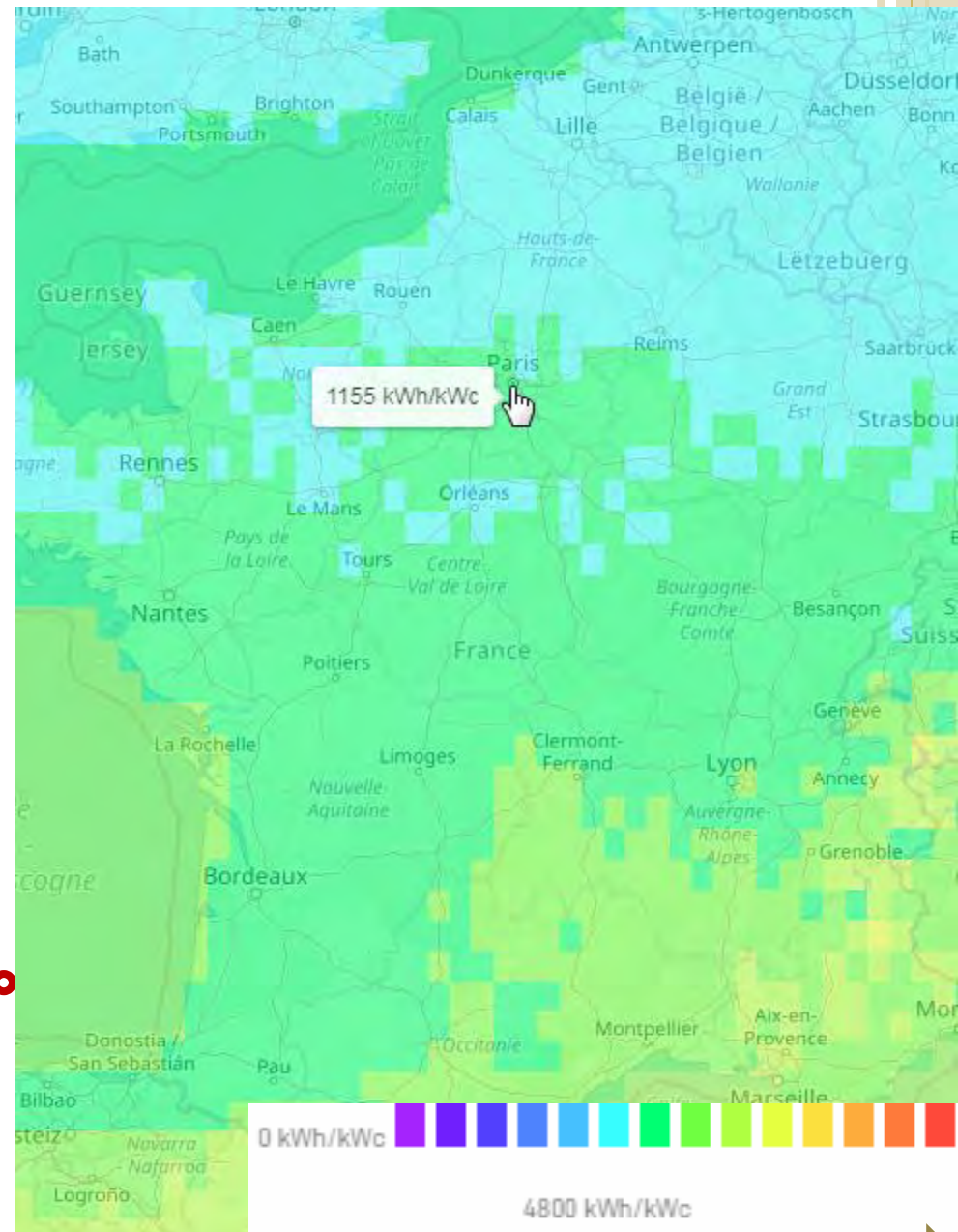
Le rendement des modules varie entre 12% et 20%

La puissance crête ( $W_c$ ) : désigne la puissance maximale que celle-ci peut délivrer au réseau électrique.

## Exemple :

- Un kit solaire de **3 000  $W_c$**  ou de **3k $W_c$**  de marque Systovi (10 panneaux) produira à Lille environ **2 970 kWh** et **4 500 kWh** à Nice à l'année.
- Un module monocristallin de **285  $W_c$**  (technologie courante en 2018), a un rendement surfacique d'environ **170  $W_c/m^2$**  soit **17%** .

Garantie par les constructeurs : 20 ans mais fonctionnel jusqu'à 30 ans



# Choisir ses panneaux solaire

## 1) Le prix par Wc

## 2) Tolérance garantie [%/Wc]

Le constructeur garantit que la puissance (Wc) d'un panneau neuf ne sera pas inférieure à un certain pourcentage.

-0% est parfait, -3% est un bon chiffre, -5% est moyen, -10% est élevé.

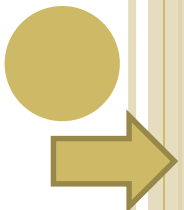
Ce chiffre peut être un indice sur la qualité de contrôle et de fabrication du panneau solaire.

## 3) Garantie perte de puissance dans le temps [%/Wc]

Avec le temps un panneau solaire perd de sa puissance, il y a quelques années la norme était: 90% de Wc sur 10 ans et 80% sur 25 ans.

On commence à voir un nombre important de fabricants qui garantissent 90% sur 12 ans.

On note aussi l'arrivée des *garanties linéaires* qui ont pour avantage de lisser la seuil de puissance garantie annuellement. Certains poussent la garantie de puissance jusqu'à **30 ans**.





#### 4) **Garantie constructeur**

Il y encore quelques années, les pièces étaient généralement garanties 5 ans.

La majorité des constructeurs garantissent 10 ans leurs panneaux solaire.

#### 5) **Perte efficacité température par [%/°C]**

L'augmentation de la température rend les panneaux moins performants, suivant la région ce critère peut être plus ou moins important.

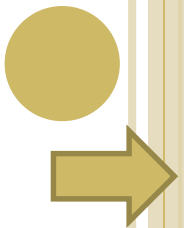
*La moyenne se situant vers -0,47% par °C.*

*Le Wc constructeur étant réalisé avec une température des cellules de 25°C (STC), en condition réelle la température des cellules est plutôt de 40°C (moyenne annuelle).*

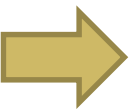
#### 6) **Le rendement du panneau**

*Sauf si la place est, limité ce critère n'est pas décisif.*

*Entre un rendement de 15% ou de 14%, 7% de surface en plus seront nécessaires pour une même production.*



# Les supports pour une installation photovoltaïque






Toiture plate ou inclinée ; ombrières de parking... Taille d'un panneaux : **1m60 de Haut et 1m de large**

Surface totale : structure comprise

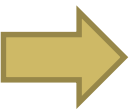
- **3kWc (10 modules)= 20m<sup>2</sup>**
- **6 kWc (20 modules) = 40m<sup>2</sup>**
- **9 kWc (30 modules) = 60 m<sup>2</sup>**
- **36 kWc (90 modules) = 240 m<sup>2</sup>**

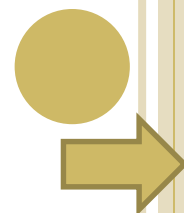
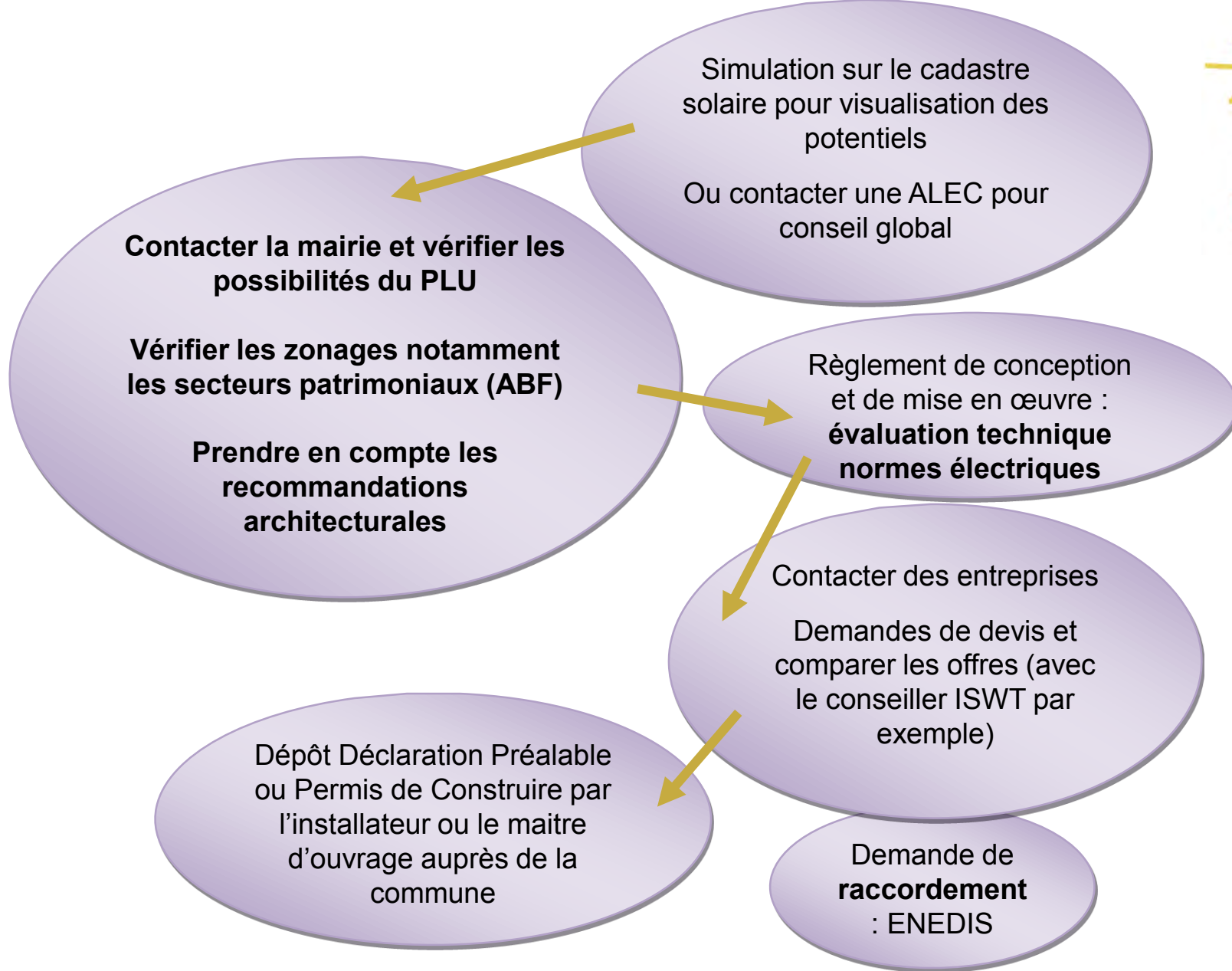
**Couverture** : tuiles ou ardoises, bacs métalliques, tôles d'acier, plaques de fibres-ciment sans amiante, membrane d'étanchéité (bitumeuse ou PCV)

Toit et charpente : doivent supporter le poids de l'installation. **1 m<sup>2</sup> de pv pèse entre 16 et 22kg**



# Exigences réglementaires et administratives





# Mécanisme de raccordement et d'obtention d'un tarif d'achat

## • Mécanismes de raccordement et obtention du tarif d'achat :

- Dans le cas d'une installation photovoltaïque raccordée au réseau :
- Avant les travaux, établissement d'une demande de raccordement à ENEDIS
  - Formulaire à compléter et pièces justificatives à fournir
  - Acquiescement d'une caution de réalisation (Clause induite par le nouvel arrêté tarifaire de mai 2017)
- Lorsque la demande de raccordement est jugée complète par ENEDIS :
  - blocage d'un tarif d'achat auprès d'EDF OA, fixe sur 20 ans
  - Délais de 18 mois entre ce moment et la mise en service effective de la centrale
  - Si dépassement de ce délai, réduction de la durée du contrat d'achat du triple de la période de dépassement
- Etablissement d'une proposition technique et financière par ENEDIS
- Réalisation des travaux de raccordement par ENEDIS
  - Première intervention technique d'ENEDIS
- Réalisation des travaux d'installation par l'entreprise photovoltaïque et raccordement du câble d'injection photovoltaïque au PDL
- Rédaction du contrat de raccordement par ENEDIS
- Fourniture du CONSUEL par l'entreprise photovoltaïque à ENEDIS
- Mise en service de l'installation par ENEDIS et réalisation des différents tests
  - Seconde intervention technique d'ENEDIS
- Rédaction du contrat d'achat par EDF OA



## • Obligations du producteur dans le cadre de l'exploitation d'une centrale :

- Règlement des factures « TURPE » à ENEDIS, si centrale raccordée au réseau
- Paiement de l'IFER, si centrale d'une puissance de supérieure à 100 kVA raccordée au réseau
- Facturation (annuelle ou semestrielle) de la production à EDF OA



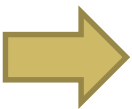
# Dispositif de normes sécurité/Incendie + recommandations pour des bâtiments ICPE et ERP.

Commission Centrale de Sécurité (CCS) a émis deux avis :

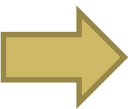
**Avis du 5 novembre 2009** : *la commission centrale de sécurité préconise de transmettre pour avis un dossier au service prévention du service d'incendie et de secours territorialement compétent. Le service d'incendie et de secours est ensuite prévenu de son installation effective.*

## **Avis du 7 février 2013 : Liste de prescriptions**

- La mise en place d'un **cheminement d'au moins 90 cm** de large autour des champs PV
- Une **coupure d'urgence DC automatique** au plus près des chaînes de modules PV photovoltaïque
- Le **cheminement des câbles DC à l'extérieur du bâtiment**,
- Le positionnement **des onduleurs à l'extérieur** au plus près des modules,
- Le positionnement des câbles DC dans un **cheminement technique protégé de degré coupe-feu égal** au degré de stabilité au feu du bâtiment,
- Le cheminement des câbles DC uniquement dans le volume où se trouvent les onduleurs avec accessibilité restreinte
- Le port obligatoire d'équipements individuels de protection
- Un repérage de la signalétique



# Les différents types d'intégration aux bâtis

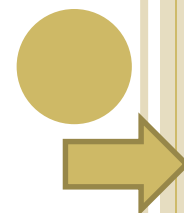
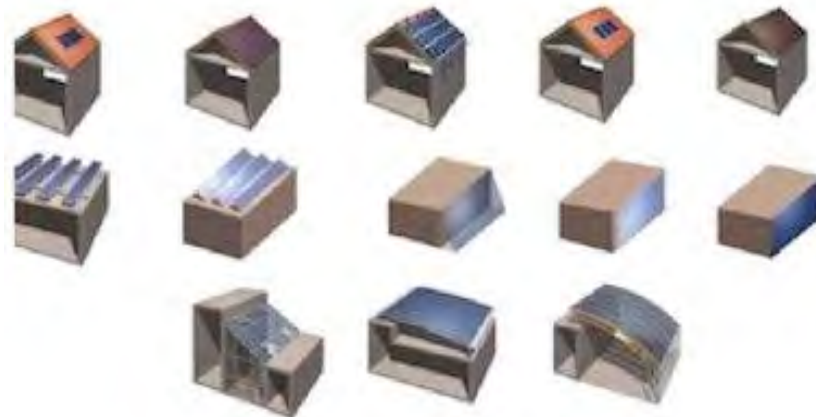




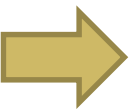
## Deux catégories de typologie de systèmes photovoltaïques :

- **BIPV**, dans lequel les installations pv intégrées au bâti se substituent à des éléments de construction (éléments vitrés ou opaques de la toiture et des façades.)
- **BAPV**, qui fait référence aux systèmes pv rapportés sur bâtiment à la manière d'équipements techniques et qui n'ont pas de double fonction.

Typical building applications of BIPV



# Les impacts de la fabrication et recyclage



# L'analyse du cycle de vie

Extraction du Quartz

Procédés de fabrication

Installation

Production de l'électricité durant 30 ans

Sources : Hespul 2009

Hors fin de vie des systèmes et remplacement des onduleurs.

La **consommation d'énergie** est l'impact majoritaire.

Temps de retour énergétique (TRE) : environ **3 ans**.

Sur une durée de vie de **30 ans**, une centrale aura donc produit **10 fois** plus d'énergie qu'elle n'a consommée au total.

De nouveaux procédés en cours d'élaboration visent à une économie de **10 à 20%** de la dépense énergétique (procédé Elkem).

## Autres impacts

- L'épuisement des ressources fossiles,
- L'effet de serre,
- L'émission d'oxydes de soufre et d'azote, résidus de la combustion du charbon et du fioul, provoquant les pluies acides,
- Rejets chlorés, de boues chargées de produits chimiques (traités – risque d'acidification de l'eau).

## Impact CO2 variant selon les technologies

**Cdte** : 19,0g CO2-eq/kwh (TRE plus d'1 an)





**CIS/CIGS** : 35,9g CO2-eq/kwh (TRE plus d'1 an)

**Multicristallin** : 48,8g CO2-eq/kWh

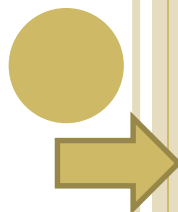
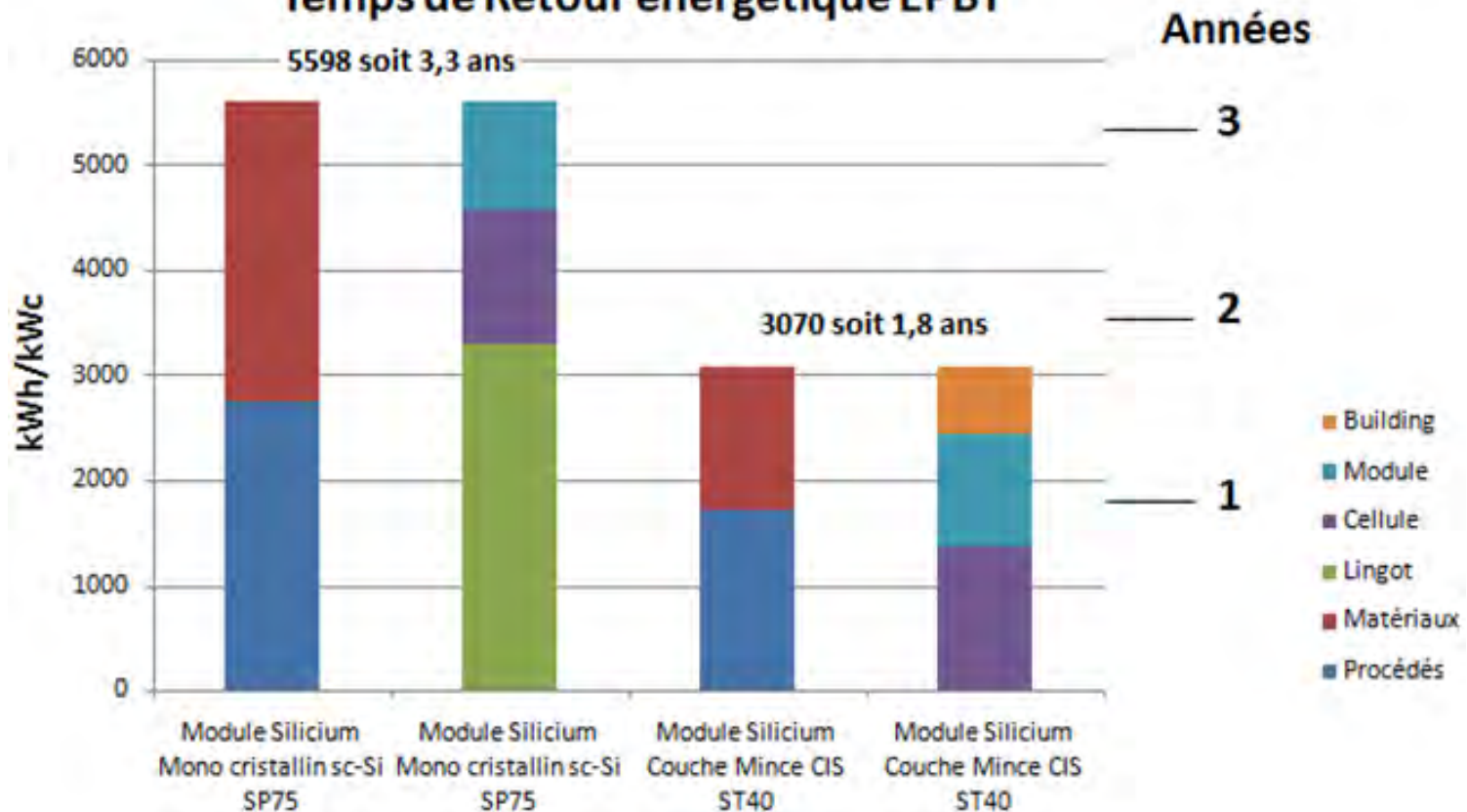
**Monocristallin** : 80,4g CO2-eq/kWh

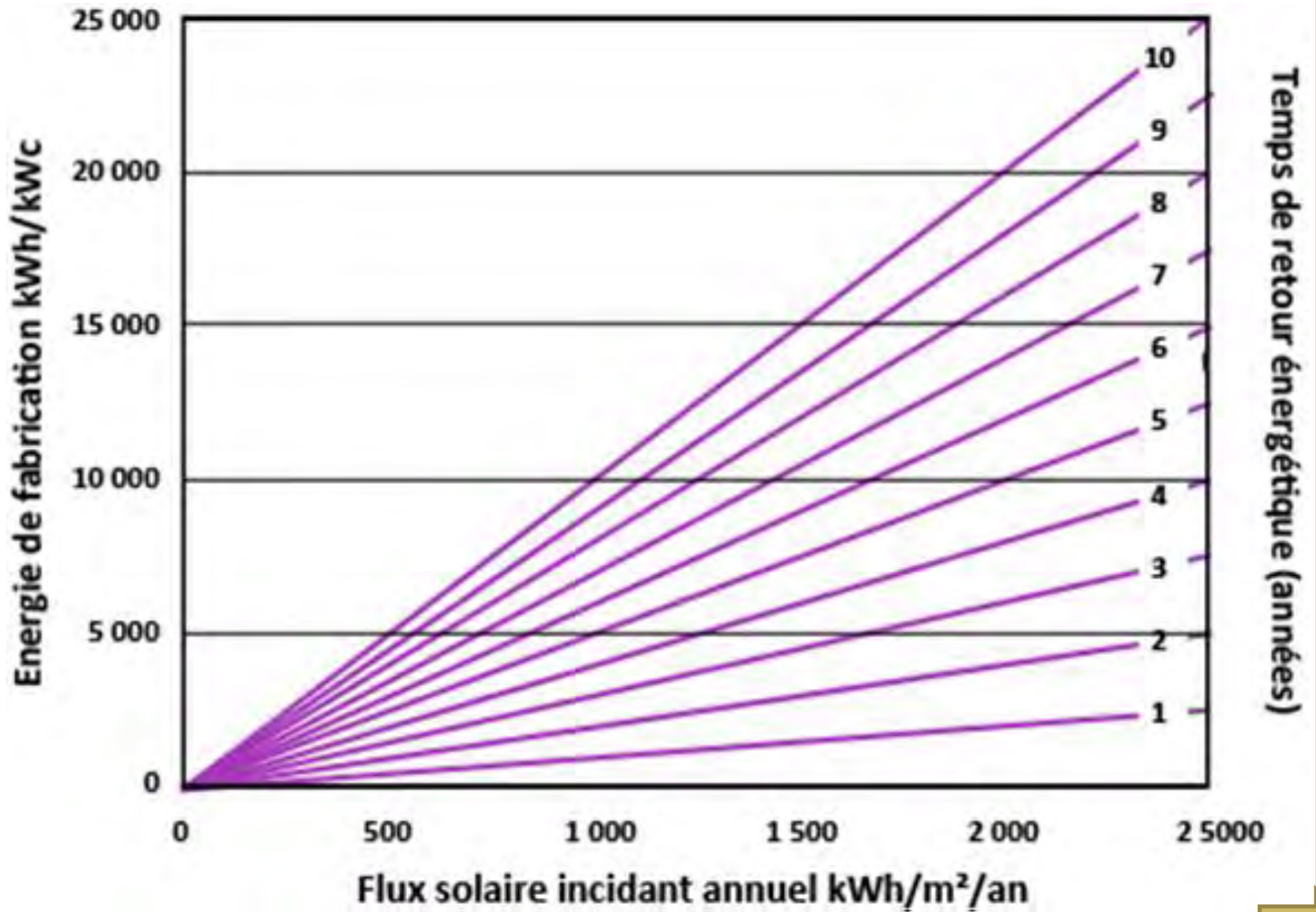


# Temps de retour énergétique d'un panneau

Temps de retour énergétique d'un système photovoltaïque installé à Lyon en fonction de la technologie des modules	Monocristallin 	Polycristallin 	Ruban	Amorphe 	CdTe 
Nb de kWh pour produire 1 kWc	3 382	2 886	2 232	2 244	1 430
Temps de retour énergétique (Nb d'années)	3,1	2,6	2	2	1,3

## Temps de Retour énergétique EPBT







Tous les éléments constitutifs du système, depuis les modules jusqu'aux câbles, seront démontés pour tri et recyclage.

## Démantèlement et recyclage

En France (Bouches du Rhône), un seul éco-organisme agréé par les pouvoirs publics.

Directive Euro (DEEE) étend le principe de la Responsabilité Elargie du producteur (prise en charge par les fabricants, distributeurs, importateurs de modules).

2007, regroupement de fabricants européens autour de l'association.

Met en place un système collectif de collecte et de recyclage

1 tonne recyclée permet d'éviter 1,2 tonne d'émissions de CO2 (350 véhicules en moins/an).



Pour moins de 40 panneaux : point d'apport à Montigny chez [Helios Energy](#).

94,7% recyclé pour un module à base de silicium cristallin avec cadre en aluminium.

Plus de 40 panneaux : enlèvement sur site

**Financement par l'éco-participation** : Les « producteurs » rémunèrent en amont PV Cycle et déclare la mise sur le marché de PV. Le montant de l'éco-participation est ensuite facturé aux clients.

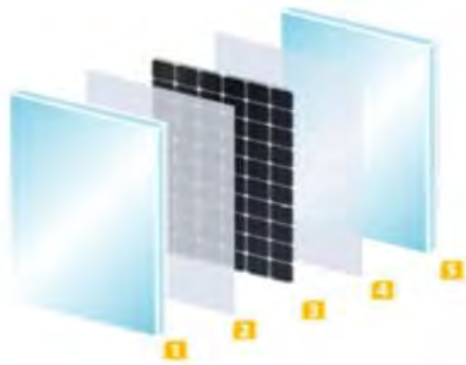


**94,7% recyclé** pour un module à base de silicium cristallin avec cadre en aluminium.

## Les étapes de recyclage des modules



**Etape 1 - séparation mécanique :**  
Retirer cadre aluminium, câbles, boîtes de jonction (unité de recyclage à Montpellier)

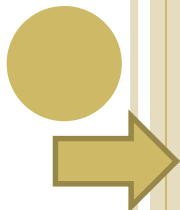


- 1 Verre solaire fin (2 mm) avec un revêtement antireflet
- 2 Éthylène-acétate de vinyle (EVA)
- 3 Matrice des cellules solaires
- 4 Éthylène-acétate de vinyle (EVA)
- 5 Verre solaire fin (2 mm) et transparent

**2 - Traitement thermique :** éliminer le polymère et séparer les cellules, verre et métaux (aluminium, cuivre et argent).

**2 - Traitement chimique :** consiste à broyer l'ensemble du module puis à extraire les matériaux secondaires par fractions.

**3 - Traitement chimique des cellules :** utilisé à fabriquer des nouveaux panneaux ou intégrées dans le process de fabrication.



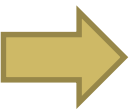
# Annexe 4 – Barème de l'éco-participation

	A partir du 1er janvier 2017	
	Panneau de moins de 10kg	Panneau de 10kg ou plus
<b>1. Silicium mono et polycristallin</b>	0,45€ par panneau	0,90€ par panneau
.Silicium monocristallin (m c-Si)		
.Silicium polycristallin (m c-Si)		
.Silicium en ruban (ruban c-Si)		
<b>2. Couches minces à base de silicium</b>	0,45€ par panneau	0,90€ par panneau
.Silicium microorphe (a-Si)		
.Silicium amorphe (m -Si)		
<b>3. Autres types de couches minces</b>	0,45€ par panneau	0,90€ par panneau
.Cuivre Indium Selenium (CIS)		
.Cuivre Indium Gallium Selenium (CIGS)		
.Cuivre Indium Gallium Sulfure Selenium (CIGSSe)		
<b>4. Couches minces à base de tellure de cadmium</b>	0,45€ par panneau	0,90€ par panneau
.Tellure de cadmium (CdTe)		
<b>5. Membranes laminées</b>	0,050€ par kg	
.Photovoltaïques laminé (PVL)		
<b>6. Cellule à concentration</b>	0,050€ par kg	
.Cellules à concentration (CPV)		
<b>7. Intégré au bâti</b>	0,050€ par kg	
.Equipements sur mesure		





# Installer des panneaux solaires photovoltaïques



## ETAPE 1 : Etudier la rentabilité de votre projet.

Avant de lancer votre projet d'installation photovoltaïque, il est indispensable d'analyser les différentes options de gestion de l'électricité qui s'offrent à vous ainsi que les coûts financiers qui y sont liés.

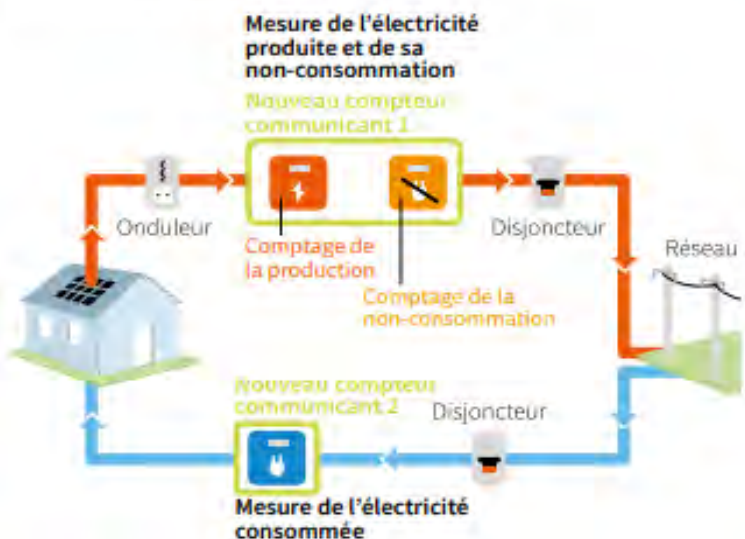
### La production consommée et le surplus injecté dans le réseau

Seul le surplus de production sur l'instantané est injecté dans le réseau, vous consommez le reste.



### La production injectée dans le réseau

L'intégralité de votre production est injectée dans le réseau et vendue au tarif d'achat. Dans cette situation, deux compteurs communicants sont installés chez vous.



### La production intégralement consommée

Vous consommez alors la totalité de votre production sans injecter d'électricité dans le réseau (« autoconsommation totale »).



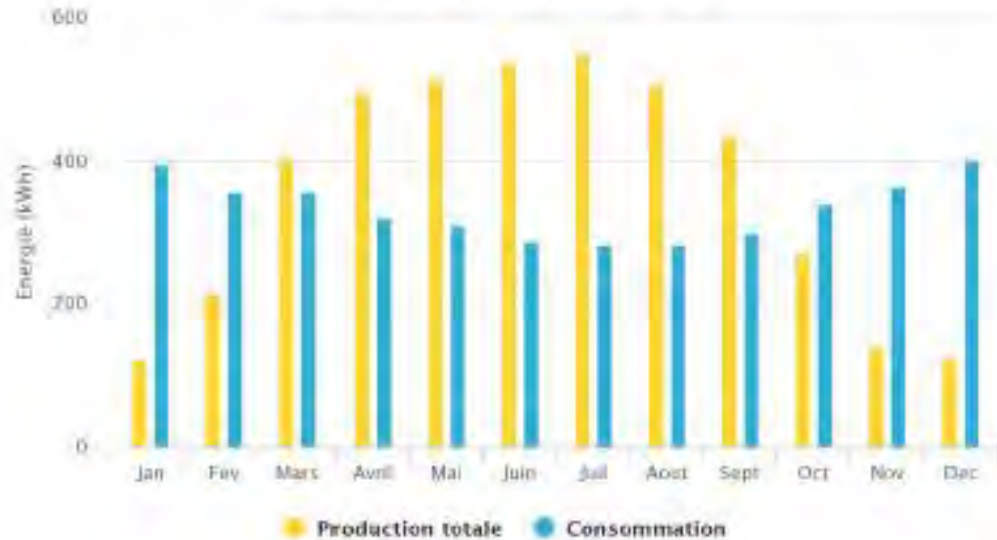


4 kWc soit 30m<sup>2</sup>  
 Production= conso= 4000kWh



### Production / Consommation mensuelles

Sources: PVGIS (2007-2015) / Eredis (2012)



FACTEURS DE CORRECTION POUR UNE INCLINAISON ET UNE ORIENTATION DONNEES					
INCLINAISON \ ORIENTATION		INCLINAISON			
		0°	30°	60°	90°
EST	→	0,93	0,90	0,78	0,55
SUD-EST	↘	0,93	0,96	0,88	0,66
SUD	↓	0,93	1,00	0,91	0,66
SUD-OUEST	↙	0,93	0,96	0,88	0,66
OUEST	←	0,93	0,90	0,78	0,55



### De manière générale :

- **1 kWc** correspond à une surface d'environ **10 m<sup>2</sup>**, mais en fonction de la technologie, elle peut varier de **7 à 20m<sup>2</sup>**.
- Il faut compter environ **2 à 3€/Wc** pour les petits systèmes de **1 à 9 kWc = 9 000 Wc** (pose comprise), en implantation toiture. Ces prix varient en fonction de la complexité de chaque site.



	Obligation d'achat	Appel d'Offres Bâtiment
Seuils de puissance	< 100 kW	de 100 à 500 kWc
Dispositif contractuel de la rémunération	Contrat d'achat avec tarif d'achat fixé par l'Etat	Contrat d'achat avec prix d'achat proposé par le candidat
Modalités	Selon arrêté tarifaire	

### Tarifs d'achat pour la vente de la totalité (c€/kWh)

TYPE DE L'INSTALLATION	PUISSANCE TOTALE (P+Q)	DU 01/10/18 AU 31/12/18	DU 01/01/19 AU 31/03/19	DU 01/04/19 AU 30/06/19
	≤ 3 kWc	18,59	18,72	18,73
	≤ 9 kWc	15,8	15,91	15,92
Sur bâtiment et respectant les critères généraux d'implantation	≤ 36 kWc	12,07	12,07	12,07
	≤ 100 kWc	11,19	11,19	11,12

## Tarif d'achat et prime en vente du surplus

TYPE DE L'INSTALLATION	PUISSANCE TOTALE (P+Q)	PRIME À L'INVESTISSEMENT (€/WC) DU 11/05/17 AU 30/06/17	PRIME À L'INVESTISSEMENT (€/WC) DU 01/10/17 AU 31/12/18	PRIME À L'INVESTISSEMENT (€/WC) DU 01/01/19 AU 31/03/19	PRIME À L'INVESTISSEMENT (€/WC) DU 01/04/19 AU 30/06/19	RÉMUNÉRATION DE L'ÉNERGIE INJECTÉE (C€/KWH)
Sur bâtiment et respectant les critères généraux d'implantation	≤3 kWc	0,40	0,39	0,40	0,40	10
	≤9 kWc	0,30	0,29	0,30	0,30	10
	≤36 kWc	0,20	0,19	0,19	0,19	6
	≤100 kWc	0,10	0,09	0,09	0,09	6

La prime est répartie sur les 5 premières années.

C'est la **demande de raccordement** qui fait office de demande de contrat d'achat et demande de prime, le cas échéant.

Acheteur obligé par défaut : **EDF ou les ELD** (Entreprises Locales de Distribution).

Possibilité de changer d'organisme agréé à l'année N-1 : **Enercoop ; Direct Energie ; BHC Energy...** (Frais de signature et de gestion pour l'organisme remplaçant)



# TURPE (Taxe d'utilisation du réseau public d'électricité)

## Injection de la totalité

TURPE Producteur = 34,68 €HT/an  $\leq$  36 kVA  
= 619,56 €HT/an  $>$  36 kVA

## Autoconsommation individuelle

Autoconso + injection : Exonération partielle du TURPE pour l'autoconsommation en injection du surplus (part variable) .

- 20,88 HT/an pour  $\leq$ 36 kVA
- 294,72€ HT/an entre 36 et 250 kVA

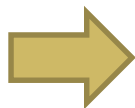
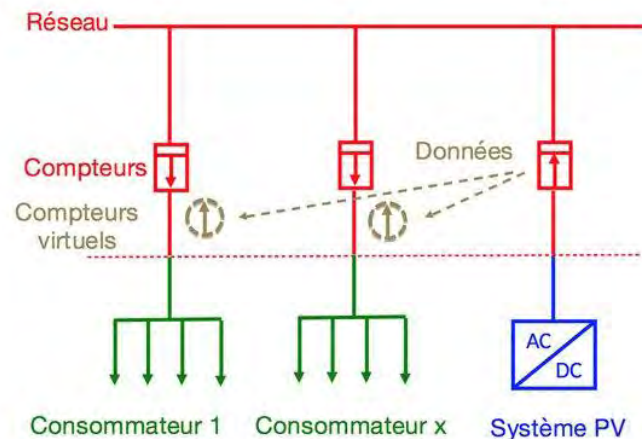
Autoconso : Exonération de la CSPE et de la TCFE pour une production annuelle inférieure à 244 GWh en autoconso. Exonération totale de la TURPE si autoconsommation totale.

## Autoconsommation collective

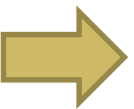
- 18,36 HT/an pour  $\leq$ 36 kVA
- 255,72€ HT/an entre 36 et 250 kVA

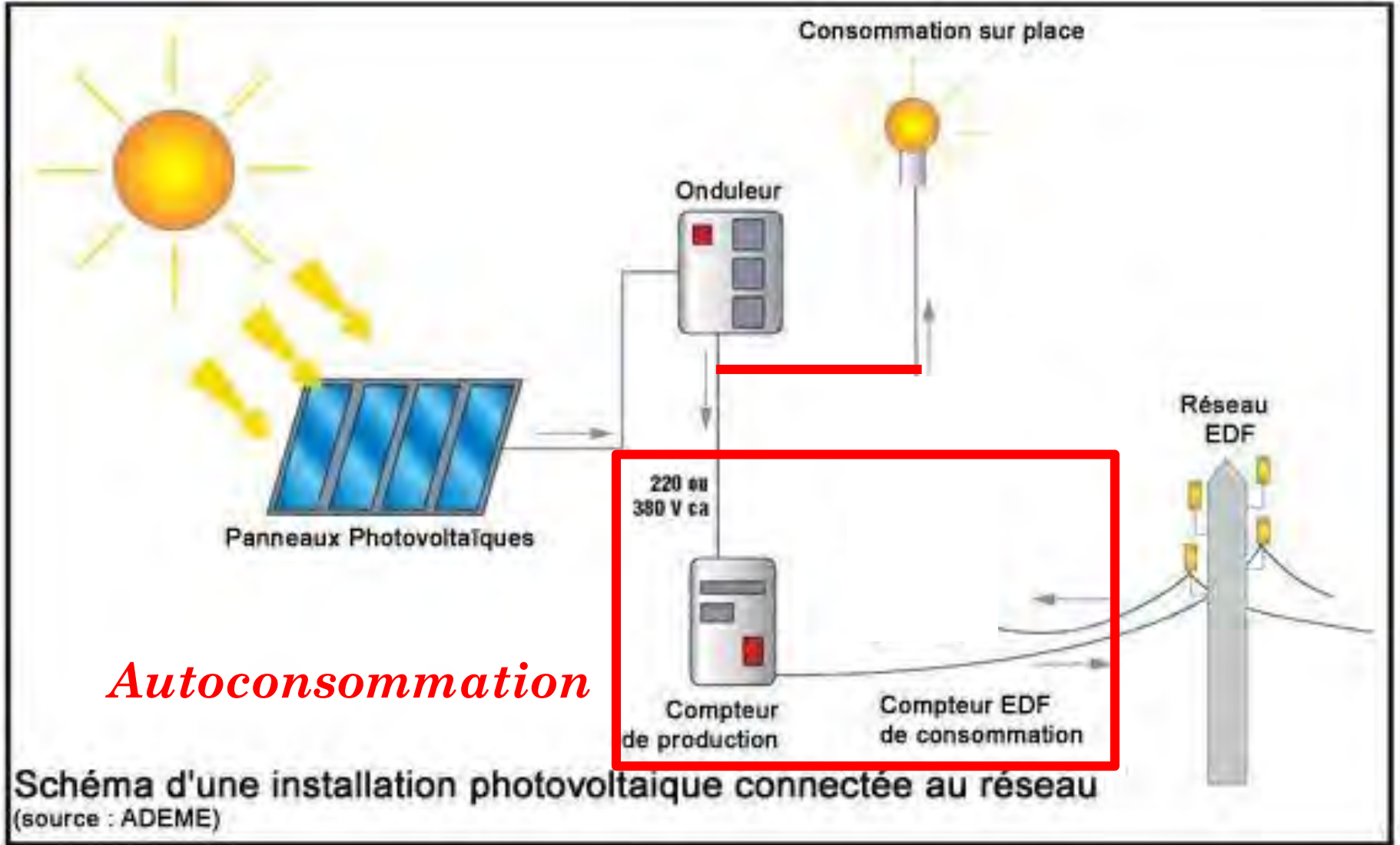
L'autoconsommation collective est un modèle défini en France qui repose sur le principe de la répartition de la production entre un ou plusieurs consommateurs proches physiquement.

Ce type d'autoconsommation peut être appelé "**autoconsommation virtuelle**"



**Comment ça marche une centrale ?**





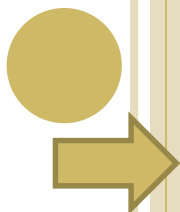


## Onduleurs

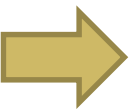
Le micro-onduleur se connecte à un ou deux modules selon les modèles. Il permet une gestion personnalisée et précise de la puissance de chaque module. Il est généralement utilisé pour les installation de 100 Wc à 10 kWc.

Son utilisation est avantageuse dans le cas où le générateur photovoltaïque subit de forts ombrages ou des orientations multiples. L'ensemble des micro-onduleurs sont ensuite reliés entre eux au niveau du coffret de protection électrique AC avant l'injection du courant alternatif sur le réseau.

Garantie produit 20 ans!



## Choisir des professionnels certifiés



**A compter du 01/01/2018** pour les installations  $\leq 100$  kWc, le recours à une entreprise disposant **d'une qualification ou d'une certification professionnelle** conforme aux critères de l'arrêté du 9 mai 2017 sera **obligatoire afin de bénéficier des aides publiques.**

ADEME :  
Professionnel  
qualifié **RGE**

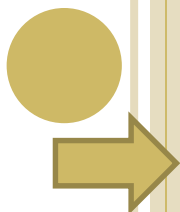
PV CYCLE:  
Producteurs  
adhérents

### **INSTALLATEURS (distributeurs)**

- ✓ Eleco Phi – Velizy Villacoublay
- ✓ Elk – Voisins Le Bretonneux
- ✓ Enerpose – Trappes
- ✓ Enrsol - Trappes

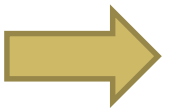
### Fabricants Français/EU ?

- ✓ Voltec - France
- ✓ Solarwatt – Europe (Allemagne) et France (Lyon)
- ✓ Silla
- ✓ Systovi



# Partie 2

## Les modèles économiques du projet



# Retour d'expérience d'EnerCitY78 : Présentation du document de travail « Hypothèses de modèle économique du projet de la Verrière » (3 toitures en préfaissabilités)

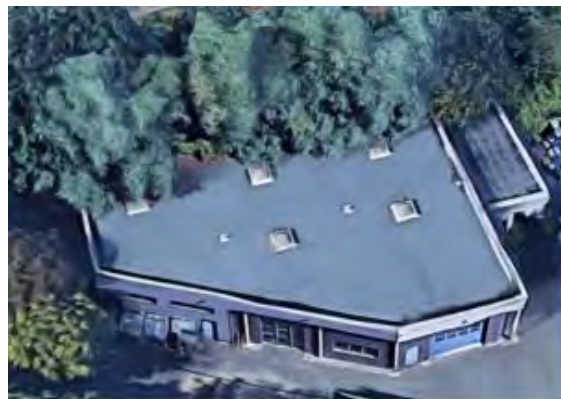
## Médiathèque Aimé-Césaire :

- 600m<sup>2</sup> de surface
- 36 Kwc
- Domaine Public – ERP
- Multi toiture



## Centre technique municipal

- 400m<sup>2</sup> de surface
- 36 Kwc
- Domaine public
- Toiture plate



## Gymnase du Bois de l'Etang

- 500m<sup>2</sup> de surface
- 36 Kwc
- Domaine public -ERP
- Toiture mono-pente



## **HYPOTHESE TECHNIQUE**

Nombre de centrales : 3

Puissance crête totale : 107 880 wc

Nombre de modules total : 372

Energie brute annuelle produite des centrales : 102 486 kWh

Baisse de productivité annuelle : 0,40%

## **HYPOTHESE ECONOMIQUE**

Taux d'inflation : 1,50%

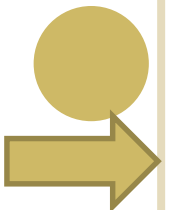
Taux d'indexation : 0,40%

Taux dividendes : 1,50%

Tarif d'achat : 0,120€/Kwh (vente en totalité)

Durée contrat achat d'électricité : 20 ans

Baisse de productivité annuelle : 0,40%



## INVESTISSEMENT POUR LES 3 CENTRALES

Bureau d'étude : 15 000€

Onduleur : 15 000€

Fourniture et pose des panneaux : 105 000€

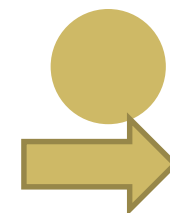
Autres travaux et coûts : 12 000€

Raccordement Enedis : 18 000€

Totale investissement HT : 165 000

### PLAN DE FINANCEMENT

			par centrale
Citoyens	20 000	12,1%	6 667
Investisseur X	2 500	1,5%	833
Investisseur Y	2 500	1,5%	833
Subvention	87 000	52,7%	29 000
Emprunt bancaire	53 000	32,1%	17 667
<b>Total</b>	<b>165 000</b>	<b>100,0%</b>	<b>55 000</b>



## **CHARGES D'EXPLOITATION DES CENTRALES, à l'année 1**

Maintenance + entretien + monitoring : 1 500€

Honoraires comptables : 1 200€

Assurance : 1 560 €

Loyer : 360€

TURPE : 105€

Contrôle ERP (bâtiment accueillant du public) : 780€

Total à l'année 1 : 5 505€

Total sur 20 ans : 110 100€

## **COMPTES DE RESULTAT PREVISIONNEL, à l'année 1**

Chiffre d'affaires : environ 12 000€

Charges : 5 505€

Valeur ajoutée/an (excédent d'exploitation) : 6 793€

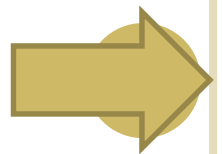
Produits exceptionnels (reste de la subvention) : 4 350€

Dotation amortissement et provision : 9 000€

Intérêts emprunt : 1 985€ (décroit sur les 20 ans)

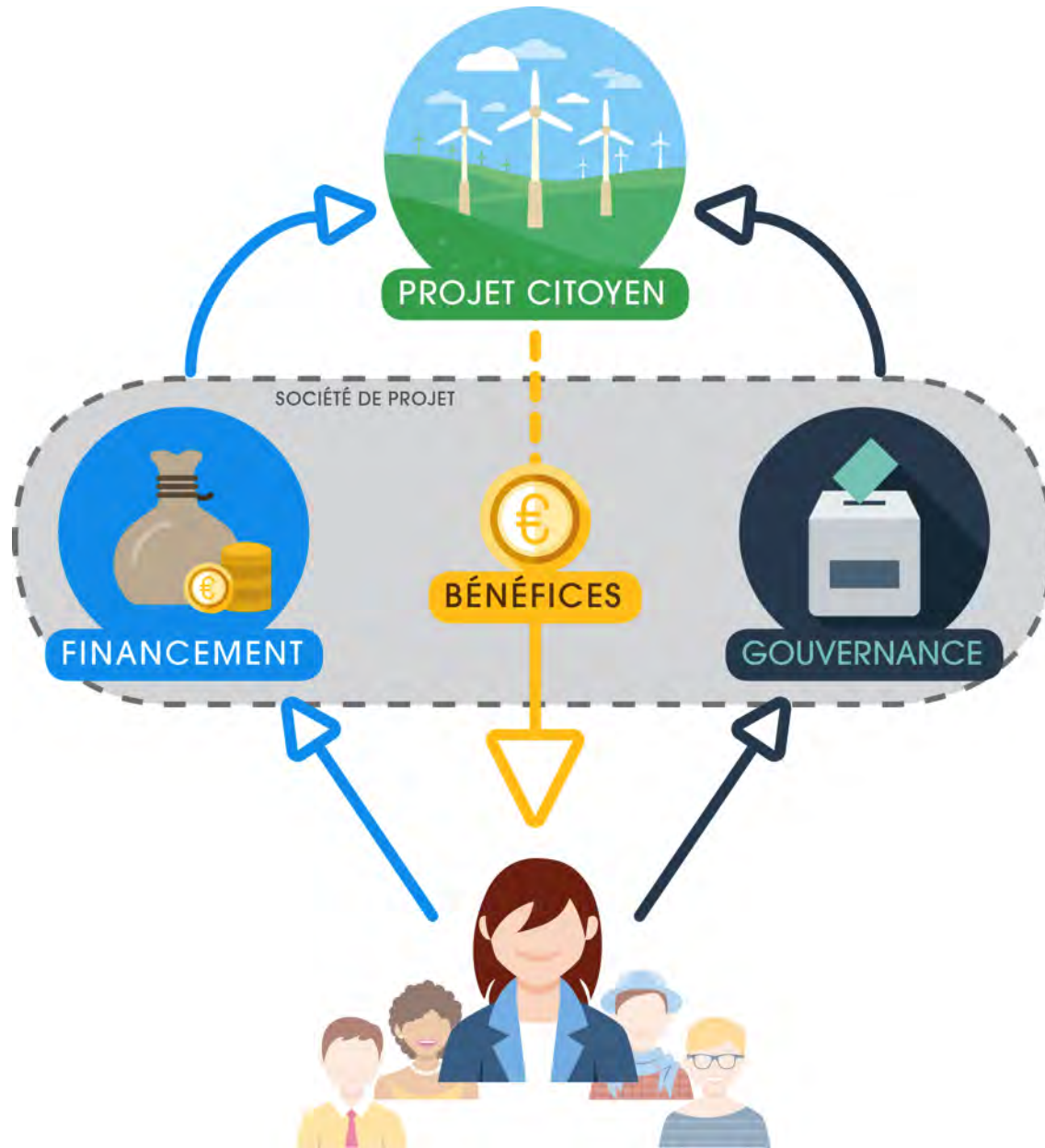
Impôts sur les sociétés : 24€ (valeur évolutive)

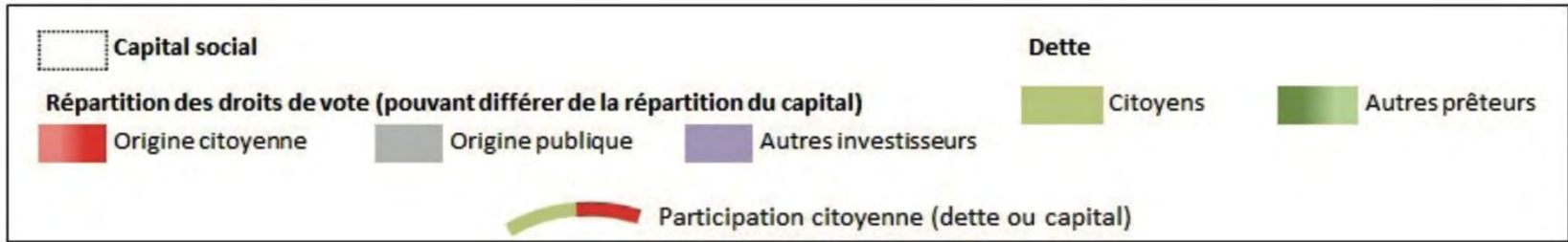
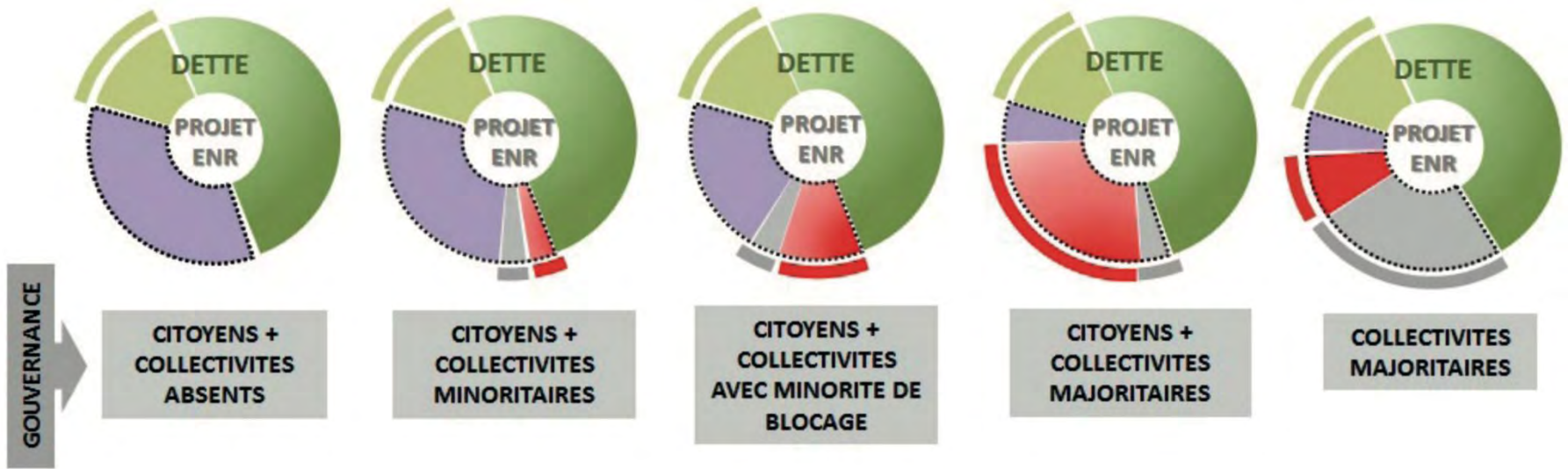
Dividende : 315€



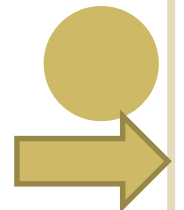


# L'ÉNERGIE PAR ET POUR LES CITOYENS





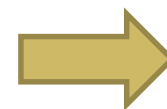
Visuel AURAE (Centrales Villageoises)



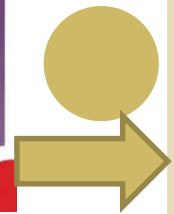
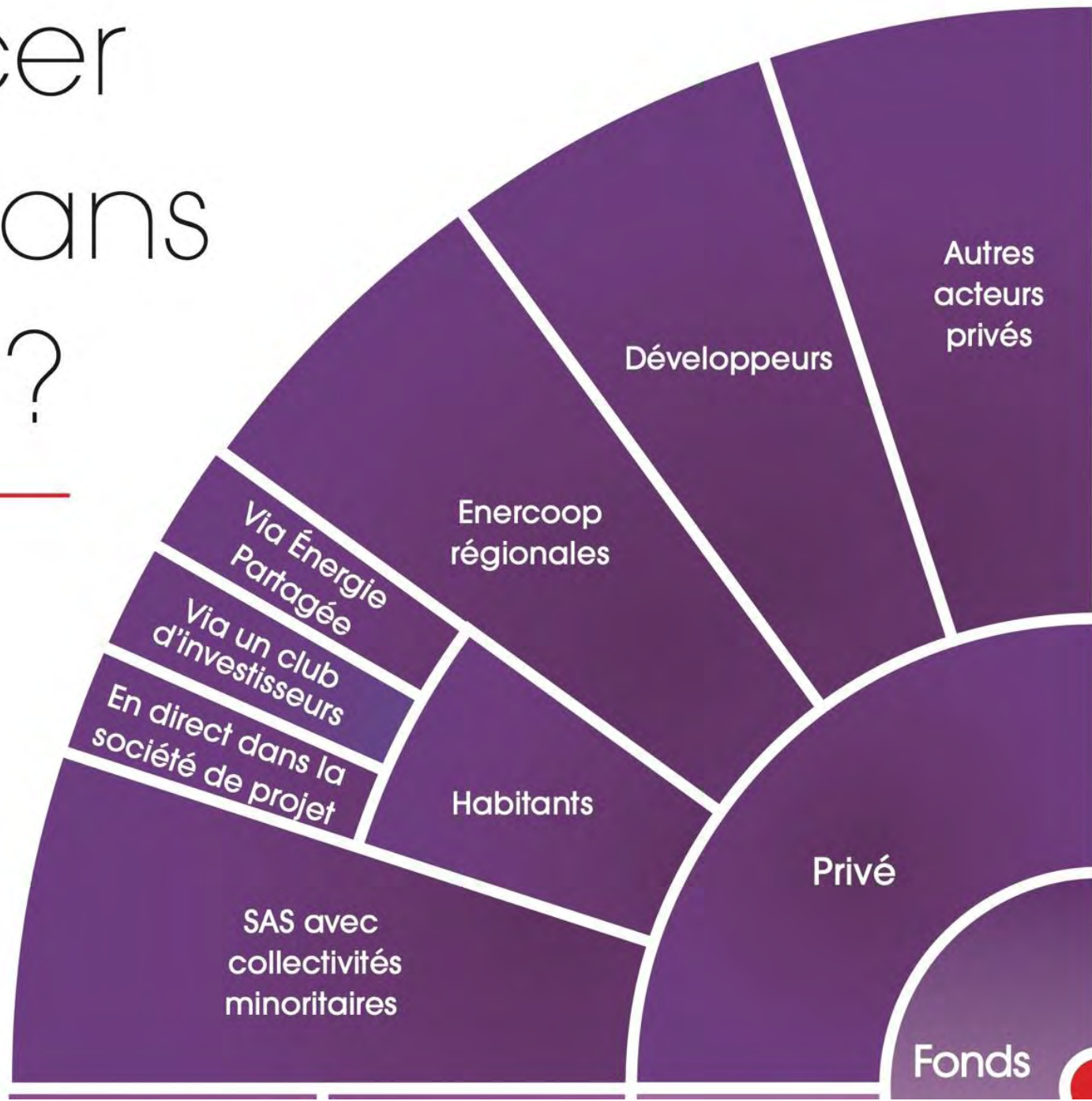
# Comment financer l'investissement dans un projet citoyen ?

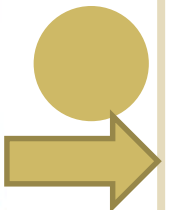
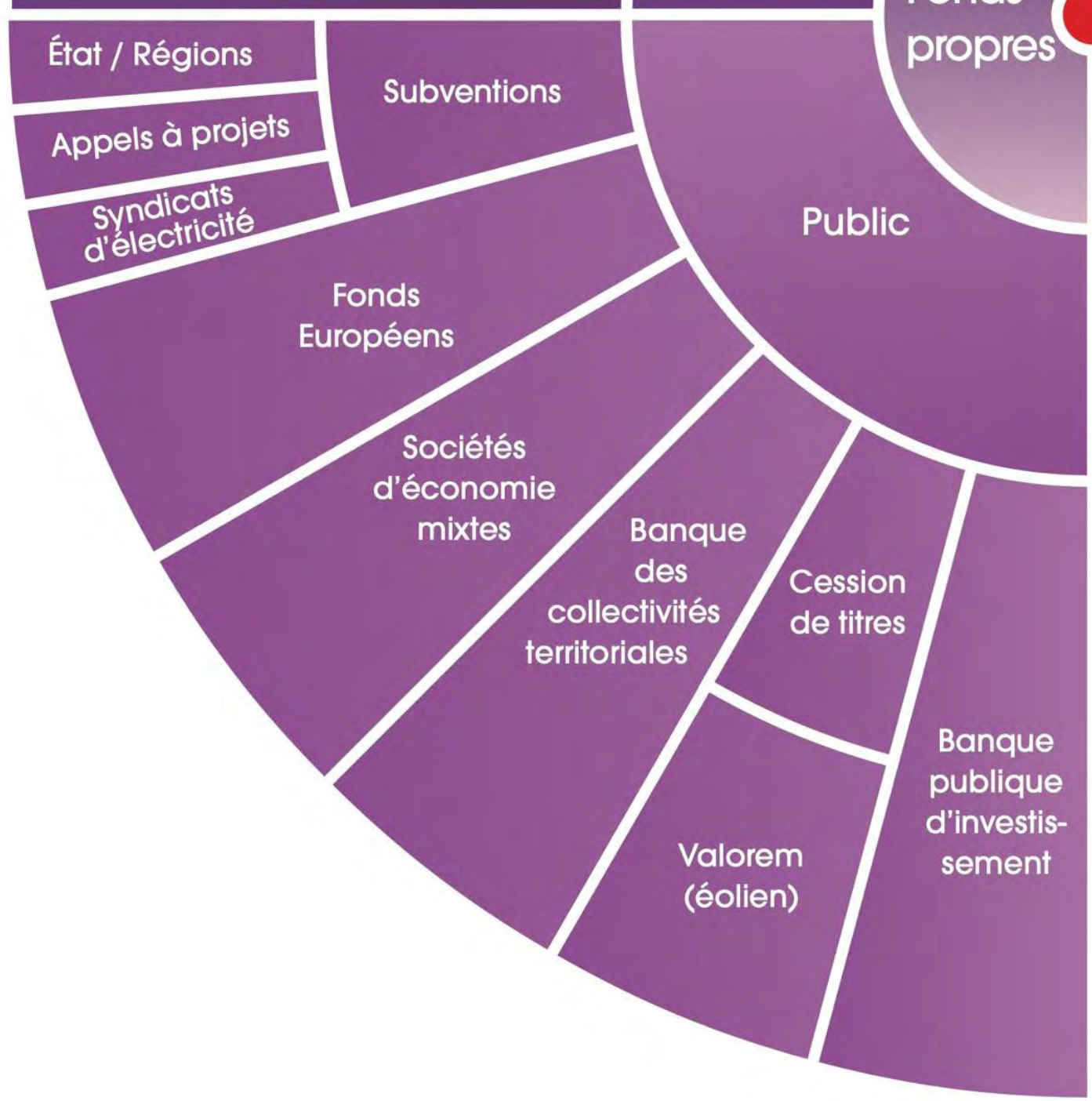
> Partez du **point rouge** et explorez les différentes solutions selon les besoins de votre projet.

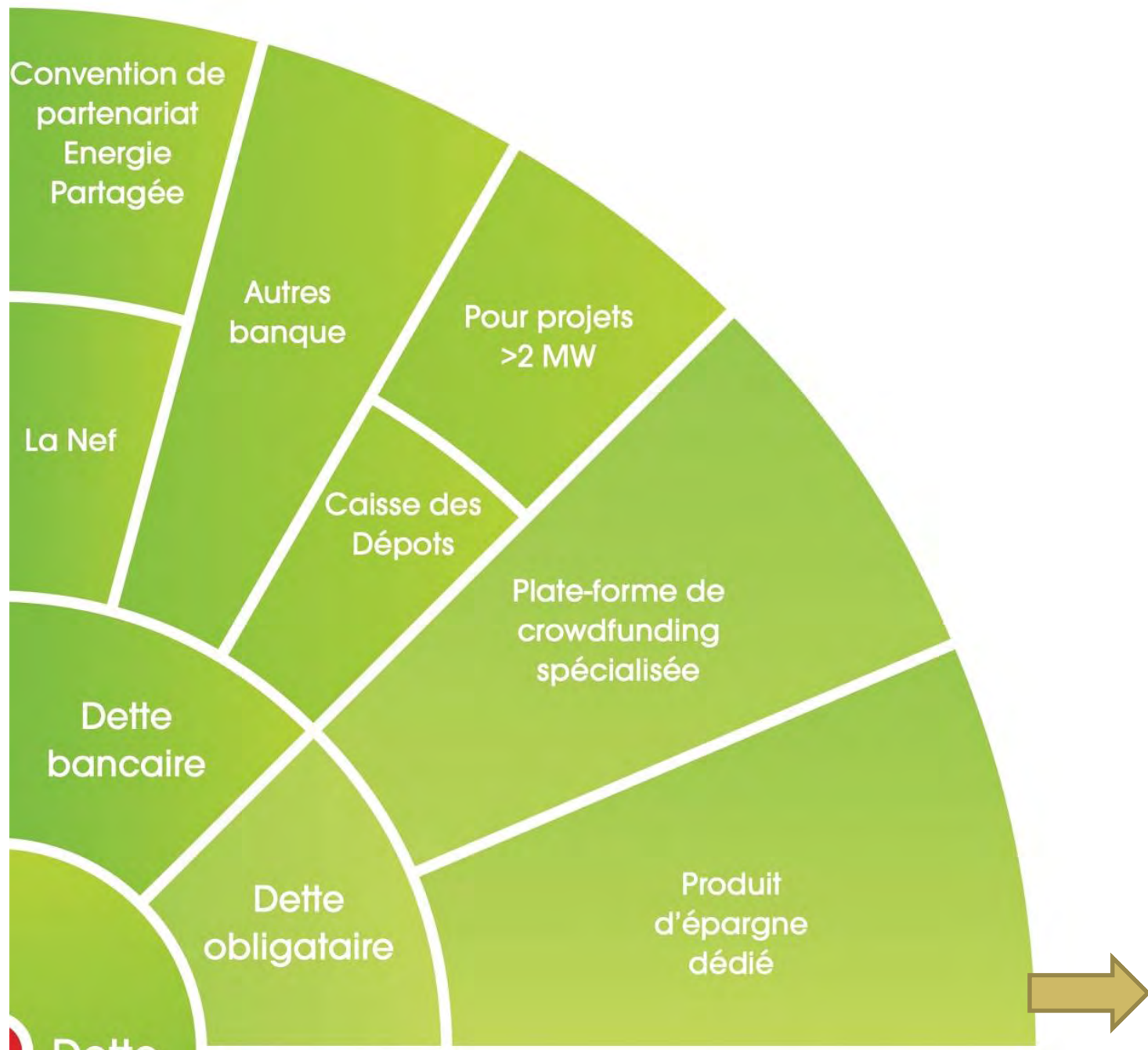
> Les animateurs du réseau Énergie Partagée sont disponibles pour détailler les dispositifs régionaux.

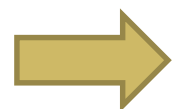
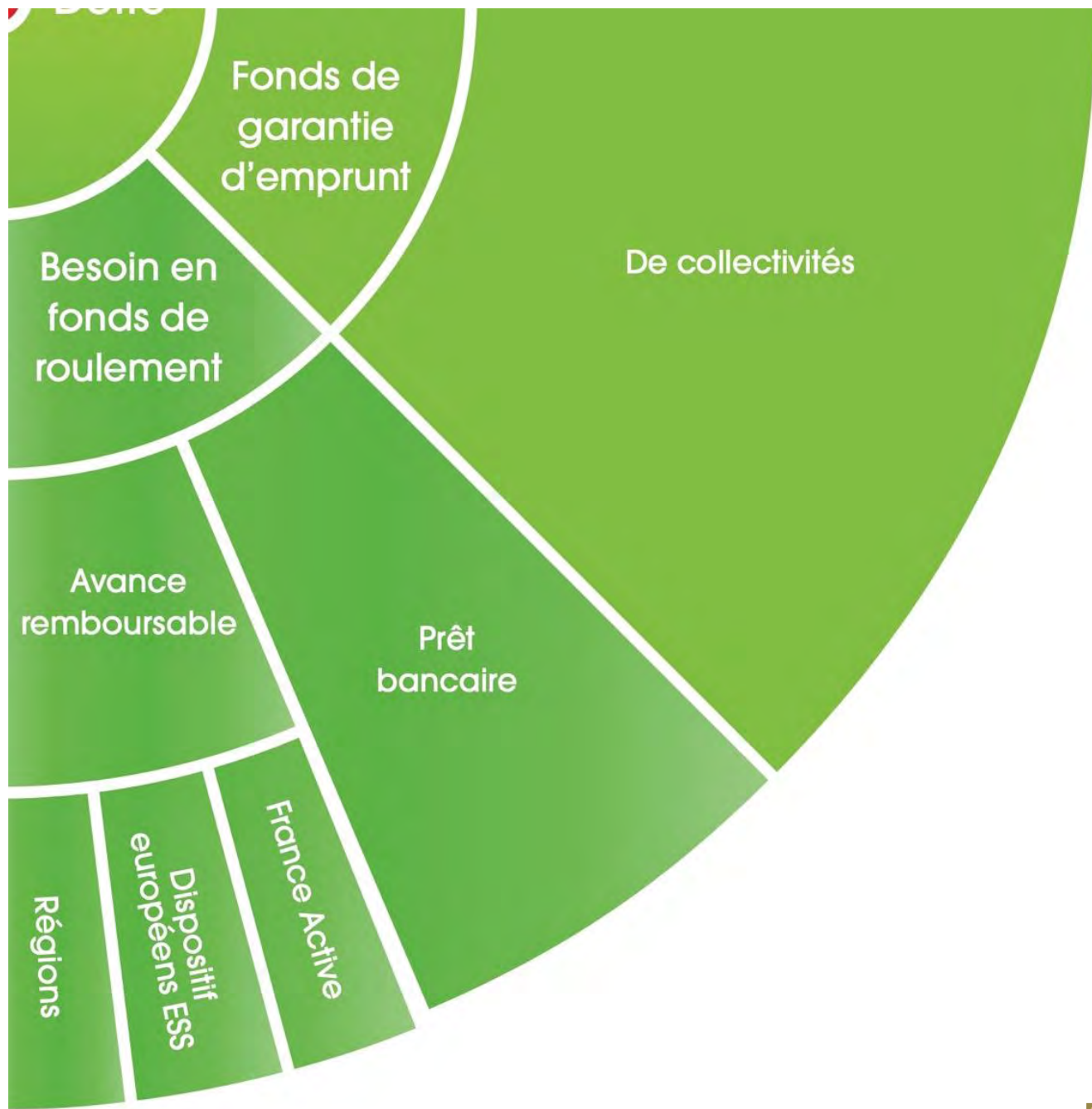


er  
ans  
?









# PROJETS CITOYENS OU PARTICIPATIFS ?

## ... DE QUOI PARLE-T-ON?

### Projets participatifs :

- Financement ouvert aux citoyens (parts de capital ou parts de la dette)
- Gouvernance par l'investisseur principal (et non par les citoyens et/ou collectivités)
- Consultation de la population
- Facilitation de l'acceptation locale

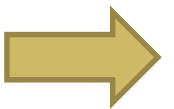
### Projets citoyens :

- Capital détenu majoritairement par les citoyens (habitants et/ou collectivités)
- **Gouvernance** maîtrisée par les acteurs locaux
- Co-construction
- Création de coopérations
- Facilitation de l'adhésion locale & de la concertation
- Actions pédagogiques





**Et si nous réalisons un Projet  
Participatif au Perray-en-  
Yvelines ?**

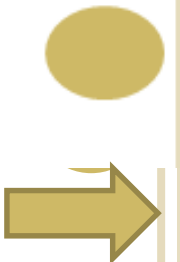


**Opportunité :** Appel à projets de la Région IdF  
( participation aux études et financement de 50 % à 80 %)

**Avec qui :** Mairie du Perray – Maison des projets  
SAS Le Perray Energies  
PNR  
Habitants

**Où :** Espace de la Mare au Loup  
Toit du Centre Technique Municipal

**Quand :** Réponse à l'appel à projets le 30 Août



# SITE DE LA MARE AU LOUP

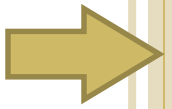
72 Panneaux



Abri Vélo  
30 panneaux



# QUELS ATOUTS POUR CE PROJET ?



- L'espace de la Mare au Loup regroupe à la fois le CTM, la médiathèque, l'AJP et beaucoup d'associations sur un même espace et un même réseau électrique.
- Le site est déjà prêt techniquement à recevoir simplement cette évolution et son suivi.
- La consommation du site est encore très souvent supérieure à la production. ( amélioration de l'autoconsommation).
- Dans le cas d'une évolution importante de la production, il serait possible de partager cette énergie avec d'autres bâtiments publics ( écoles, mairie, habitants ...) dans le cadre d'une autoconsommation collective ( aspect novateur du projet).
- Participation citoyenne dans le cadre de la maison des projets.
- S'inscrit dans une logique de territoire cohérente ( Ville du Perray, SAS LPE, PNR)

...alors pourquoi pas ?

# NOS MOTIVATIONS ET NOS ENVIES !

Qu'est-ce qui est important pour moi dans ce projet citoyen, sur le PNR ?

Je suis motivé.e par ... ; à l'idée de ?

Qu'est-ce qui m'intéresse dans cette aventure ?

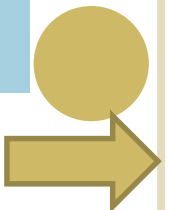
Qu'est-ce que j'ai envie d'apprendre ?

Comment j'ai envie de contribuer ?  
Quelle type de mission m'intéresse ?

Je suis prêt.e à faire ... ; à gérer ... ; à contacter ... ?

EN GROS ET  
MAJUSCULE

*Si non, on ne voit rien à la fin.*



## Les intervenants :

Energie Partagée : Eric BUREAU, Animateur région Île-de-France, [eric.bureau@energie-partagee.org](mailto:eric.bureau@energie-partagee.org)

EnerCity78 : LeeRoy et Julia Emmanuel, Ambassadrice énergie renouvelable, [contact@enercity78.fr](mailto:contact@enercity78.fr)

Agence Locale de l'Énergie et du Climat de Saint-Quentin-en-Yvelines : Clément Brondolin, chargé de mission énergie, [clement.brondolin@alecsqy.org](mailto:clement.brondolin@alecsqy.org)

Pnr : Betty Houguet Chargée de mission énergie [photovoltaique@parc-naturel-chevreuse.fr](mailto:photovoltaique@parc-naturel-chevreuse.fr)

Le Perray-en-Yvelines : Gervais Lesage, Conseillé municipal Economie/ Nouvelles technologies, [glesage@leperray-energies.fr](mailto:glesage@leperray-energies.fr)